



(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
 29.10.2003 Patentblatt 2003/44

(51) Int Cl.7: **F02M 59/46**, F02M 63/02,  
 F02M 55/00, F02M 59/36,  
 F02M 59/06

(21) Anmeldenummer: **03004643.7**

(22) Anmeldetag: **03.03.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK**

(72) Erfinder:  
 • Kieferle, Stefan  
 70469 Stuttgart (DE)  
 • Koehler, Achim  
 71254 Ditzingen (DE)  
 • Ambrock, Sascha  
 70839 Gerlingen (DE)

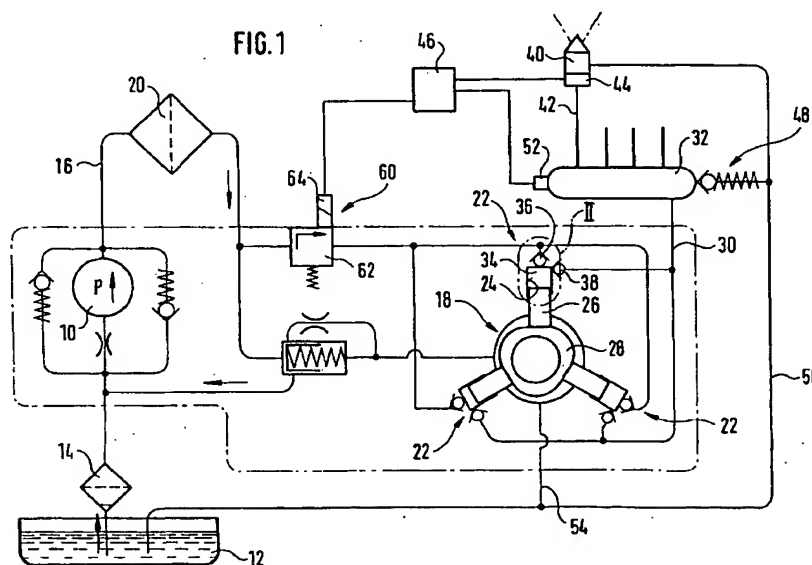
(30) Priorität: **23.04.2002 DE 10218022**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
 70442 Stuttgart (DE)

**(54) Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine**

(57) Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Hochdruckpumpe (18) auf, durch die Kraftstoff unter Hochdruck in einen Speicher (32) gefördert wird, mit dem an den Zylindern der Brennkraftmaschine angeordnete Injektoren (40) verbunden sind. Durch eine Förderpumpe (10) wird Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter (12) zur Hochdruckpumpe (18) gefördert. Die Hochdruckpumpe (18) weist wenigstens ein Pumpenelement (22) auf mit einem einen Arbeitsraum (34) begrenzenden, in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (26), wobei der Arbeitsraum (34) eine Verbindung mit der Druckseite der Förderpumpe (10) aufweist, in

der ein zum Arbeitsraum (34) hin öffnendes Saugventil (36) angeordnet ist, durch das beim Saughub des Pumpenkolbens (26) Kraftstoff in den Arbeitsraum (34) einströmt. Das Saugventil (36) weist ein durch eine Schließfeder (80) in einer Schließrichtung beaufschlagtes Ventillglied (76) auf, wobei sich die Schließfeder (80) zumindest mittelbar am Pumpenkolben (26) abstützt und wobei mit zunehmendem Saughub des Pumpenkolbens (26) die durch die Schließfeder (80) auf das Ventillglied (76) ausgeübte Schließkraft geringer wird. Ein minimaler Öffnungsdruckdifferenzdruck des Saugventils (36) beträgt weniger als 0,9 bar.



## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die DE 198 48 035 A1 bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Hochdruckpumpe auf, die für ein Common-Rail-Einspritzsystem vorgesehen ist, bei dem durch die Hochdruckpumpe Kraftstoff unter Hochdruck in einen Speicher gefördert wird. Mit dem Speicher sind an den Zylindern der Brennkraftmaschine angeordnete Injektoren verbunden. Üblicherweise ist bei Common-Rail-Einspritzsystemen eine Förderpumpe vorgesehen, durch die Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter zur Hochdruckpumpe gefördert wird. Die Hochdruckpumpe weist mehrere Pumpenelemente auf, mit jeweils einem einen Arbeitsraum begrenzenden, in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben. Es ist ein in den Arbeitsraum öffnendes Saugventil vorgesehen, das beim Saughub des Pumpenkolbens öffnet und durch das Kraftstoff in den Arbeitsraum einströmt. Das Saugventil weist ein durch eine Schließfeder in einer Schließrichtung beaufschlagtes Ventilglied auf, wobei sich die Schließfeder am Pumpenkolben abstützt. Zu Beginn des Saughubs des Kolbens ist durch diesen die Schließfeder am stärksten komprimiert, so daß der Druck, bei dem das Saugventil öffnet höher ist als während des Saughubs des Pumpenkolbens, während dem die Schließfeder zunehmend entspannt wird. Unter bestimmten Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine, insbesondere im Schubbetrieb, soll durch die Hochdruckpumpe kein Kraftstoff in den Speicher gefördert werden. Um dies sicherzustellen, wird der Öffnungsdruck des Saugventils relativ hoch eingestellt, beispielsweise auf mindestens 2 bar. Dies führt jedoch dazu, daß der Liefergrad der Hochdruckpumpe nicht optimal ist.

## Vorteile der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß der minimale Öffnungsdruck des Saugventils sehr gering und dadurch der Liefergrad der Hochdruckpumpe verbessert ist.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Die Ausbildung gemäß Anspruch 5 ermöglicht es, daß eine Nullförderung der Hochdruckpumpe bei geringem Öffnungsdruck des Saugventils erreicht werden kann, indem der Durchflußquerschnitt durch die Kraftstoffzumeßeinrichtung vollständig verschlossen wird.

## Zeichnung

[0005] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs in schematischer Darstellung mit einer Hochdruckpumpe, Figur 2 einen in Figur 1 mit II bezeichneten Ausschnitt der Hochdruckpumpe in vergrößerter Darstellung mit einem Pumpenkolben in einem oberen Totpunkt und Figur 3 den Ausschnitt II mit dem Pumpenkolben in einem unteren Totpunkt.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0006] In Figur 1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine beispielsweise eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine und weist einen oder mehrere Zylinder auf. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Förderpumpe 10 auf, die beispielsweise in einem Kraftstoffvorratsbehälter 12 des Kraftfahrzeugs angeordnet ist, jedoch auch außerhalb des Behälters 12 angeordnet sein kann. Die Förderpumpe 10 kann einen elektrischen Antriebsmotor aufweisen und saugt beispielsweise über ein Vorfilter 14 Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 12 an. Die Förderpumpe 10 kann auch beispielsweise mechanisch durch die Brennkraftmaschine angetrieben werden. Vom Auslass der Förderpumpe 10 führt eine Leitung 16 zu einer Hochdruckpumpe 18. Zwischen der Förderpumpe 10 und der Hochdruckpumpe 18 ist in der Leitung 16 ein Kraftstofffilter 20 angeordnet, das als Feinfilter ausgebildet ist und das von dem durch die Förderpumpe 10 geförderten Kraftstoff durchströmt wird.

[0007] Die Hochdruckpumpe 18 weist beispielsweise mehrere Pumpenelemente 22 auf, die jeweils einen in einer Zylinderbohrung 24 geführten Pumpenkolben 26 aufweisen, der über einen Exzenterantrieb 28 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Die Hochdruckpumpe 18 wird vorzugsweise mechanisch durch die Brennkraftmaschine angetrieben. Der durch die Hochdruckpumpe 18 geförderte Kraftstoff wird über eine Leitung 30 einem Speicher 32 zugeführt. Jedes Pumpenelement 22 weist einen vom Pumpenkolben 26 begrenzten Arbeitsraum 34 auf, in den ein Zulauf von der Förderpumpe 10 her mündet und von dem ein Ablauf zum Speicher 32 abführt. Im Zulauf jedes Pumpenelements 22 ist ein in den Arbeitsraum 34 öffnendes Saugventil 36 vorgesehen und im Ablauf jedes Pumpenelements 22 ist ein zum Speicher 32 hin öffnendes Druckventil 38 vorgesehen. Beim Saughub des Pumpenkolben 26, wenn dieser sich radial nach innen bewegt, öffnet das jeweilige Saugventil 36 und in den Arbeitsraum 34 strömt Kraftstoff von der Förderpumpe 10 ein, während das Druckventil 38 geschlossen ist. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 26, wenn dieser sich radial nach außen bewegt, öffnet das jeweilige Druckventil 38 und aus dem Arbeitsraum

34 strömt Kraftstoff zum Speicher 32 hin ab, während das Saugventil 36 geschlossen ist.

[0008] Für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine ist ein Injektor 40 vorgesehen, durch den Kraftstoff in den Brennraum des Zylinders eingespritzt wird. Jeder Injektor 40 ist über eine Leitung 42 mit dem Speicher 32 verbunden und die Öffnung des Injektors 40 zur Kraftstoffeinspritzung wird durch ein elektrisch angesteuertes Ventil 44 gesteuert, das von einer elektronischen Steuereinrichtung 46 angesteuert wird. Von den Injektoren 40 kann ein Rücklauf 41 zum Kraftstoffvorratsbehälter 12 abführen für nicht eingespritzten Kraftstoff.

[0009] Zur Steuerung und/oder Begrenzung des im Speicher 32 herrschenden Drucks kann ein Druckventil 48 vorgesehen sein, das bei Überschreiten eines vorgegebenen Drucks öffnet und einen Rücklauf über eine Leitung 50 vom Speicher 32 in den Kraftstoffvorratsbehälter 12 freigibt. Am Speicher 32 ist außerdem ein Drucksensor 52 angeordnet, durch den der Druck im Speicher 32 erfasst wird und der elektrisch mit der Steuereinrichtung 46 verbunden ist, der somit ein Signal für den im Speicher 32 herrschenden Druck zugeführt wird. An der Hochdruckpumpe 18 kann ein Rücklauf 54 vorgesehen sein, über den beispielsweise eine Leckmenge an Kraftstoff abfließen kann und der in die Leitung 50 münden kann.

[0010] In der Verbindung zwischen der Förderpumpe 10 und der Hochdruckpumpe 18 ist eine Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 angeordnet, durch die ein Durchflußquerschnitt der Verbindung zur Hochdruckpumpe 18 eingestellt wird. Die Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 wird durch die Steuereinrichtung 46 angesteuert. Die Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 weist ein Durchflußregelventil 62 auf und einen Aktor 64, der durch die Steuereinrichtung 46 angesteuert wird. Mittels des Durchflußregelventils 62 kann der Durchflußquerschnitt der Verbindung zur Hochdruckpumpe 18 kontinuierlich verstellt werden zwischen Null und einem maximalen Durchflußquerschnitt. Als Aktor 64 kann ein Elektromagnet oder ein Piezoaktor verwendet werden, der jeweils durch die Steuereinrichtung 46 mit einer definierten elektrischen Spannung versorgt wird und dabei das Durchflußregelventil 62 in eine definierte Stellung bringt, in der dieses einen definierten Durchflußquerschnitt freigibt. Unter bestimmten Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine, insbesondere im Schubbetrieb, darf durch die Hochdruckpumpe 18 kein Kraftstoff in den Speicher 32 gefördert werden. Hierzu wird durch die Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 der Durchflußquerschnitt von der Förderpumpe 10 zur Hochdruckpumpe 18 vollständig verschlossen, so daß der Hochdruckpumpe 18 kein Kraftstoff mehr zufließt.

[0011] Abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise Drehzahl, Last und anderen, wird durch die Steuereinrichtung 46 ein Soll-druck im Speicher 32 vorgegeben. Durch den Drucksensor 52 erhält die Steuereinrichtung 46 ein Signal für den Ist-druck im Speicher 32. Der Druck im Speicher 32

ist abhängig von der durch die Hochdruckpumpe 18 in den Speicher 32 geförderten Kraftstoffmenge. Die durch die Hochdruckpumpe 18 geförderte Kraftstoffmenge kann dadurch verändert werden, daß mittels der Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 der Durchflußquerschnitt der Verbindung zur Förderpumpe 10 verändert wird. Die Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 wird durch die Steuereinrichtung 46 derart angesteuert, daß diese in der Verbindung zur Förderpumpe 10 einen Durchflußquerschnitt einstellt, der so groß ist, daß die der Hochdruckpumpe 18 zufließende Kraftstoffmenge so groß ist, daß die durch die Hochdruckpumpe 18 in den Speicher 32 geförderte Kraftstoffmenge zur Aufrechterhaltung des vorgegebenen Soll-drucks im Speicher 32 ausreicht. Wenn der Ist-druck im Speicher 32 geringer ist als der Soll-druck, so wird durch die Hochdruckpumpe 18 eine zu geringe Kraftstoffmenge gefördert und durch die Steuereinrichtung wird die Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 derart angesteuert, daß diese einen größeren Durchflußquerschnitt in der Verbindung zur Förderpumpe 10 freigibt und somit die durch die Hochdruckpumpe 18 geförderte Kraftstoffmenge erhöht wird. Wenn der Ist-druck im Speicher 32 höher ist als der Soll-druck, so wird durch die Hochdruckpumpe 18 eine zu große Kraftstoffmenge gefördert und durch die Steuereinrichtung 46 wird die Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 derart angesteuert, daß diese einen kleineren Durchflußquerschnitt in der Verbindung zur Förderpumpe 10 freigibt und somit die durch die Hochdruckpumpe 18 geförderte Kraftstoffmenge verringert wird.

[0012] Anhand der Figuren 2 und 3 wird nachfolgend das Saugventil 36 eines Pumpenelements 22 näher erläutert, wobei sämtliche Pumpenelemente 22 gleich ausgebildet sind. In einem Gehäuseteil 70 der Hochdruckpumpe 18 ist ein Zulaufkanal 72 für den von der Förderpumpe 10 geförderten Kraftstoff in den Arbeitsraum 34 ausgebildet. An der Mündung des Zulaufkanals 72 in den Arbeitsraum 34 ist dem Arbeitsraum 34 zugewandt ein Ventilsitz 74 ausgebildet, der beispielsweise zumindest annähernd konisch ausgebildet ist. Das Saugventil 36 weist ein Ventilglied 76 auf, das beispielsweise in Form einer Kugel ausgebildet ist und das mit dem Ventilsitz 74 zur Steuerung der Verbindung des Zulaufkanals 72 mit dem Arbeitsraum 34 zusammenwirkt. Das Ventilglied 76 ist beispielsweise in einem zum Pumpenkolben 26 hin angeordneten Trägerteil 78 aufgenommen. Das Saugventil 36 weist außerdem eine Schließfeder 80 auf, die beispielsweise als Schraubendruckfeder ausgebildet ist und die zwischen dem Pumpenkolben 26 und dem Trägerteil 78 eingespannt ist. Durch die Schließfeder 80 wird das Ventilglied 76 in Schließrichtung zum Ventilsitz 74 hin gedrückt. Das Ventilglied 76 wird außerdem durch den im Arbeitsraum 34 herrschenden Druck in Schließrichtung beaufschlagt.

[0013] Der Pumpenkolben 26 weist an seinem dem Ventilglied 76 zugewandten Ende einen im Durchmesser verkleinerten Fortsatz 82 auf, wobei am Übergang

vom vollen Durchmesser des Pumpenkolbens 26, an dem dieser in der Zylinderbohrung 24 dicht geführt ist, zum Fortsatz 82 eine Ringschulter 84 gebildet ist, an der sich die Schließfeder 80 abstützt. Die Schließfeder 80 umgibt den Fortsatz 82 und das Trägerteil 78 ist an den Fortsatz 82 anschließend angeordnet. Wenn sich der Pumpenkolben 26 in seinem oberen Totpunkt befindet, das ist die Hubstellung, in der der Pumpenkolben 26 am nächsten zum Gehäuseteil 70 hin angeordnet ist, so ist zwischen dem Fortsatz 82 des Pumpenkolbens 26 und dem Trägerteil 78 ein Abstand in Richtung der Längsachse 27 des Pumpenkolbens 26 vorhanden, wenn sich das Ventilglied 76 in seiner Schließstellung befindet, in der es am Ventilsitz 74 anliegt. Es kann vorgesehen sein, daß das Stirnende des Fortsatzes 82 des Pumpenkolbens 26 einen Anschlag zur Begrenzung der Öffnungsbewegung des Ventilglieds 76 bildet, indem das Trägerteil 78 am Fortsatz 82 zur Anlage kommt. Wenn sich der Pumpenkolben 26 wie in Figur 2 dargestellt in seinem oberen Totpunkt befindet, so ist die Schließfeder 80 des Saugventils 36 stark komprimiert und übt entsprechend eine hohe Kraft auf das Ventilglied 76 aus, mit der dieses gegen den Ventilsitz 74 gedrückt wird. Der durch die Schließfeder 80 und der durch den im Arbeitsraum 34 herrschenden Druck erzeugten Kraft auf das Ventilglied 76 wirkt die durch den im Zulaufkanal 72 herrschenden Druck auf das Ventilglied 76 erzeugte Kraft in Öffnungsrichtung entgegen. Wenn die durch den im Zulaufkanal 72 herrschenden Druck auf das Ventilglied 76 erzeugte Kraft größer ist als die durch die Schließfeder 80 und den im Arbeitsraum 34 herrschenden Druck auf das Ventilglied 76 bewirkte Kraft, so bewegt sich das Ventilglied 76 gegen die Kraft der Schließfeder 80 in Öffnungsrichtung und gibt die Mündung des Zulaufkanals 72 in den Arbeitsraum 34 frei. Der Druck, bei dem das Ventilglied 76 sich in Öffnungsrichtung bewegt, wird als Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 bezeichnet.

[0014] Beim Saughub bewegt sich der Pumpenkolben 26 von seinem oberen Totpunkt gemäß Figur 2 zu seinem unteren Totpunkt gemäß Figur 3. Beim Saughub des Pumpenkolbens 26 wird die Schließfeder 80 zunehmend entspannt, so daß diese eine geringere Kraft in Schließrichtung auf das Ventilglied 76 bewirkt und entsprechend der Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 geringer wird. Wenn sich der Pumpenkolben 26 zu Beginn des Saughubs in seinem oberen Totpunkt befindet, so ist der Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 am höchsten und wird nachfolgend als maximaler Öffnungsdifferenzdruck bezeichnet. Mit zunehmendem Saughub des Pumpenkolbens 26 nimmt der Öffnungsdifferenzdruck ab, wobei sich in einem Bereich des mittleren Saughubs, das ist eine mittlere Hubstellung des Pumpenkolbens 26 zwischen dessen oberem Totpunkt und dessen unterem Totpunkt, ein mittlerer Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 ergibt. Wenn sich der Pumpenkolben 26 in seinem unteren Totpunkt befindet, so ist der Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36

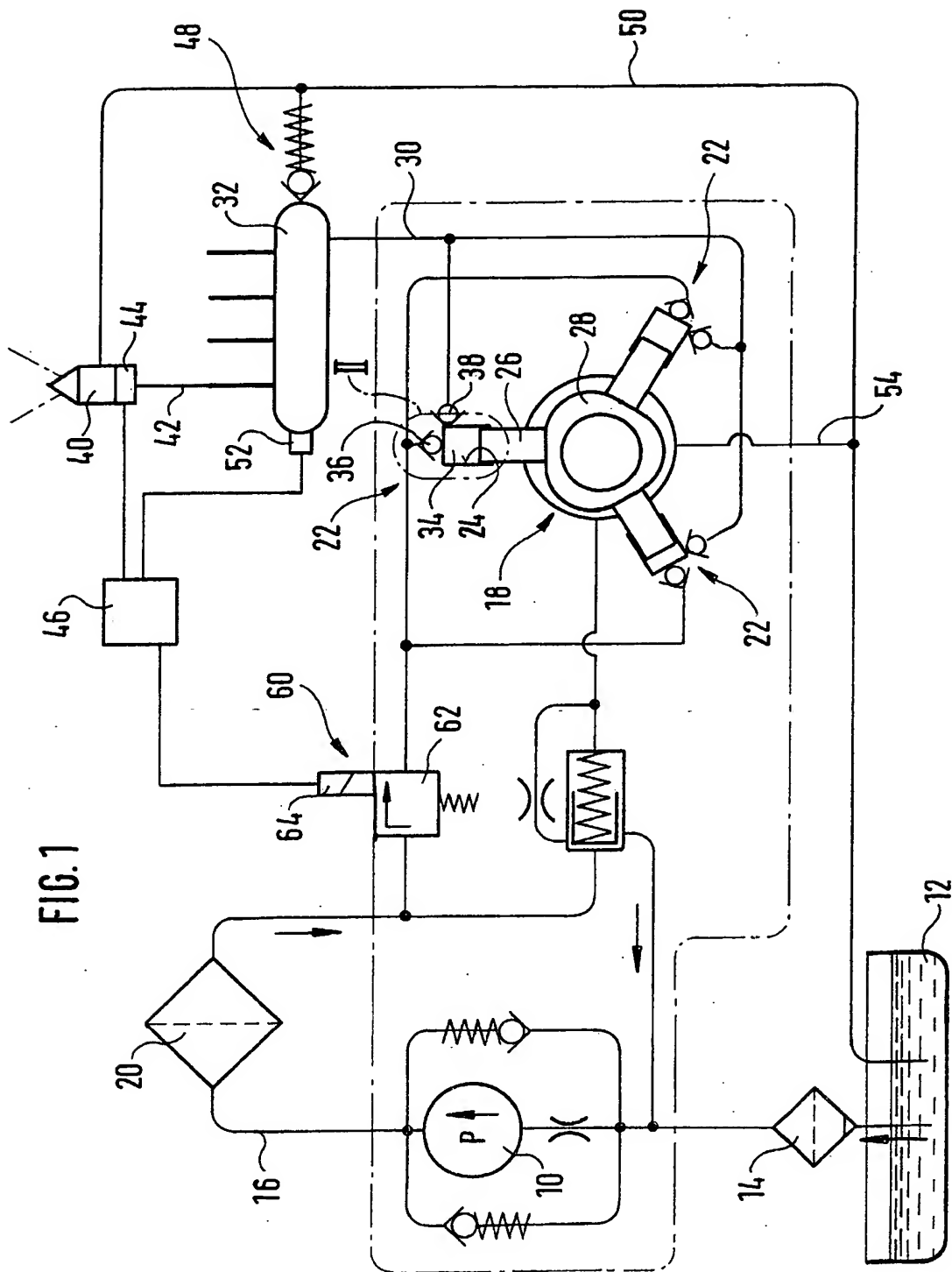
am geringsten und wird nachfolgend als minimaler Öffnungsdifferenzdruck bezeichnet. Es ist vorgesehen, daß der minimale Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 weniger als 0,9 bar, vorzugsweise höchstens 0,8 bar beträgt. Der mittlere Öffnungsdifferenzdruck und der maximale Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 sind dann abhängig von der Federrate  $c$  der Schließfeder 80, das ist die Änderung der durch diese erzeugten Kraft bezogen auf den Federweg, und vom Hub des Pumpenkolbens 26 zwischen dessen oberem und unterem Totpunkt. Die Federrate  $c$  der Schließfeder 80 kann einen kleinen Wert aufweisen, wobei sich die durch die Schließfeder 80 ausgeübte Kraft auf das Ventilglied 76 jedoch über den relativ großen Saughub des Pumpenkolbens 26 wesentlich ändert. Der mittlere Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 ist größer als 0,9 bar. Das Verhältnis zwischen dem mittleren Öffnungsdifferenzdruck und dem minimalen Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 ist größer als 1 und beträgt höchstens etwa 10.

[0015] Dadurch, daß sich der Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 während des Saughubs des Pumpenkolbens 26 verringert, wird ein sicheres Öffnen des Saugventils 36 auch bei geringem Druck im Kraftstoffzulaufkanal 72 infolge eines durch die Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 eingestellten kleinen Druchflußquerschnitts von der Förderpumpe 10 her erreicht. Es wird hierbei auch sichergestellt, daß die Saugventile 36 sämtlicher Pumpenelemente 22 der Hochdruckpumpe 18 gleichmäßig öffnen und somit eine gleichmäßige Befüllung der Arbeitsräume 34 sämtlicher Pumpenelemente 22 und somit eine gleichförmige Kraftstoffförderung durch die Hochdruckpumpe 18 erreicht. Durch Verwendung einer Schließfeder 80 mit geringer Federrate  $c$  kann der Einfluß von Toleranzen der Bauteile der Hochdruckpumpe 18 auf den Öffnungsdruck verringert werden und dadurch ebenfalls eine Verbesserung der gleichmäßigen Kraftstoffförderung durch sämtliche Pumpenelemente 22 erreicht werden. Außerdem kann durch einen geringen mittleren und minimalen Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 die Befüllung des Arbeitsraums 34 verbessert werden, da die beiden füllungsentscheidenden Parameter, nämlich die füllungswirksame Druckdifferenz vor und nach dem Saugventil 36 und die Öffnungsdauer des Saugventils 36, bei geringem Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 groß sind. Andererseits kann bei vorgegebener Füllung des Arbeitsraums 34 der Pumpenelemente 22 eine Förderpumpe 10 mit geringerer Förderleistung und entsprechend schwächer dimensioniertem Antrieb verwendet werden, die dadurch kostengünstiger ist. Dadurch, daß mittels der Kraftstoffzumeßeinrichtung 60 der Druchflußquerschnitt von der Förderpumpe 10 her vollständig verschließbar ist, ist auch bei geringem Öffnungsdifferenzdruck des Saugventils 36 eine Nullförderung der Hochdruckpumpe 18 sichergestellt.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Hochdruckpumpe (18), durch die Kraftstoff unter Hochdruck in einen Speicher (32) gefördert wird, mit dem an den Zylindern der Brennkraftmaschine angeordnete Injektoren (40) verbunden sind, mit einer Förderpumpe (10), durch die Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter (12) zur Hochdruckpumpe (18) gefördert wird, wobei die Hochdruckpumpe (18) wenigstens ein Pumpenelement (22) aufweist mit einem einen Arbeitsraum (34) begrenzenden, in einer Hubbewegung angeordneten Pumpenkolben (26), und wobei der Arbeitsraum (34) eine Verbindung mit der Druckseite der Förderpumpe (10) aufweist, in der ein zum Arbeitsraum (34) hin öffnendes Saugventil (36) angeordnet ist, durch das beim Saughub des Pumpenkolbens (26) Kraftstoff in den Arbeitsraum (34) einströmt, wobei das Saugventil (36) ein durch eine Schließfeder (80) in einer Schließrichtung beaufschlagtes Ventilglied (76) aufweist, wobei sich die Schließfeder (80) zumindest mittelbar am Pumpenkolben (26) abstützt und wobei mit zunehmendem Saughub des Pumpenkolbens (26) die durch die Schließfeder (80) auf das Ventilglied (76) ausgeübte Schließkraft geringer wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein minimaler Öffnungsdruck des Saugventils (36) weniger als 0,9 bar beträgt.
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der minimale Öffnungsdruck des Saugventils (36) höchstens 0,8 bar beträgt.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein mittlerer Öffnungsdruck des Saugventils (36) in einer Zwischenstellung des Pumpenkolbens (26) im Bereich des halben Saughubs des Pumpenkolbens (26) wenigstens 0,9 bar beträgt.
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis von mittlerem Öffnungsdruck zu minimalem Öffnungsdruck des Saugventils (36) größer als 1 ist und höchstens 10 beträgt.
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen der Förderpumpe (10) und dem Saugventil (36) eine Kraftstoffzumeßeinrichtung (60) angeordnet ist, durch die ein Durchflußquerschnitt für den zum Saugventil (36) fließenden Kraftstoff eingestellt wird und durch die der Durchflußquerschnitt vollständig verschließbar ist.
6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch die Kraftstoffzumeßeinrichtung (60) der Durchflußquerschnitt derart eingestellt wird, daß durch die Hochdruckpumpe (18) eine Kraftstoffmenge in den Speicher (32) gefördert wird, die erforderlich ist, um im Speicher (32) einen vorgegebenen Druck aufrechtzuerhalten.

**FIG. 1**



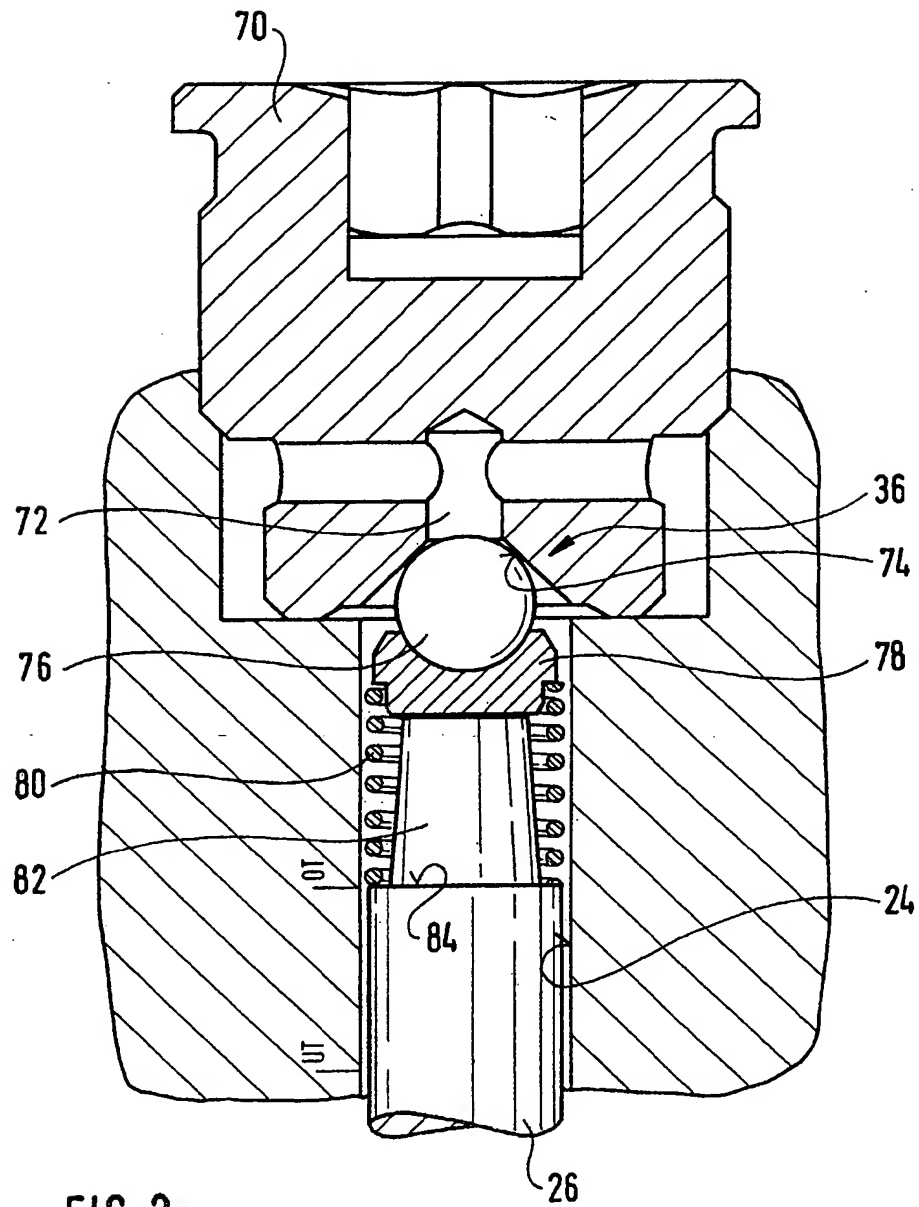


FIG. 2

